

B-59 アサリ浮遊幼生の着底の場としての 製鋼スラグの評価

○中村 将志^{1*}・中井 智司²・奥田 哲士³・西嶋 渉³・岡田 光正²・
兼松 正衛⁴・島 康洋⁴

¹広島大学大学院工学研究科 (〒739-8527 広島県東広島市鏡山1丁目4-1)

²広島大学大学院工学研究院 (〒739-8527 広島県東広島市鏡山1丁目4-1)

³広島大学環境安全センター (〒739-8513 広島県東広島市鏡山1丁目5-3)

⁴独立行政法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所伯方島栽培技術開発センター
(〒794-2305 愛媛県今治市伯方町木浦甲2780)

* E-mail: m101342@hiroshima-u.ac.jp

1. はじめに

我が国沿岸域における底質環境の悪化や干潟の消失は、アサリ漁獲量減少の主要な原因の一つと考えられる。このため、アサリ資源の維持・回復のために覆砂や人工干潟の造成が行われてきた¹⁾。これらを行うにあたり、砂の選択は事業の成否を左右する重要な因子である。従来は海砂が使用されてきたが、瀬戸内海の各県を含め海砂の採取が全国的に禁止されつつあることから、アサリ漁場の造成に適した海砂代替材の適用を考える必要がある。

アサリはその生活史において、受精卵から浮遊幼生、着底稚貝を経て成貝となる。フルグロウン期に達した浮遊幼生は着底基質を探索することが知られ²⁾、時々遊泳を停止して足部の先端で海底に触れ、また遊泳を始める行動を繰り返す。実際に、現場での調査や室内実験によって浮遊幼生の粒径選択性が確かめられており^{3,4,5)}、アサリ資源回復のためには、まず浮遊幼生が着底しやすい海砂代替材が必要と考えられた。

これまで、アサリ浮遊幼生の着底には粒径0.5 mm～4 mmの粗粒砂が適しており^{3,4)}、特に0.85 mm～2 mmの粗砂が好適であったことが報告されている⁵⁾。また、砂礫やガラスビーズ、海砂に礫や貝殻を混ぜたもの等を着底の基盤とした場合、基材の粒度組成が多様であると着底数が増加したことも報告された⁶⁾。但し、貝殻の混合は着底を促進しなかったとされる。さらに、廃棄物由来の海砂代替材の評価として一般廃棄物、産業廃棄物焼却灰の溶融スラグが、アサリが多く生息する自然干潟土壌と比較しても顕著に高い着底性を得たことが報告されている⁷⁾。

覆砂や人工干潟の造成を行う場合、安全、かつ大量に利用できる海砂代替材が必要となる。そこで、本研究では、細粒分が比較的少なく、溶融スラグと同様に表面が比較的滑らかでシリカが主成分である製鋼過程から大量に排出される製鋼スラグに着目した。本報告では、アサリ浮遊幼生の着底のための基盤材としての製鋼スラグの適用可能性を検討した結果を述べる。

2. 実験方法

(1) 基盤材

アサリ浮遊幼生の着底のための基盤材の候補として、製鋼工程における脱リン過程で副産される脱リンスラグ、脱炭過程で副産され、脱フッ素処理を施した低フッ素脱炭スラグと未処理の高フッ素脱炭スラグ、また製鋼工程の副原料として用いられるフェロマンガンの製造時に排出されるフェロマンガンスラグを用いた。着底の比較試験では粒径0.85 mm～2 mmのものを使用した。さらに、粒径の影響を評価する実験では、脱リンスラグは0.85 mm以下、0.85 mm～2 mm、2 mm～4.75 mm、4.75 mm以上の4種、フェロマンガンスラグは0.85 mm以下、0.85 mm～2 mm、2 mm～4.75 mmの3種を用いた。また、比較のため、市販されている山砂、ならびにアサリが多く生息している広島県廿日市市地御前干潟土壌を0.85 mm～2 mmに調整して用いた。

(2) 着底試験

着底試験の概要を図-1に示す。評価対象とする基盤材

料をφ28 mmのペトリシャーレに深さ1.5 cm充填し、スラグ別に用意した10 Lパンライト水槽の底部に各々3皿ずつ設置した。また、同水槽に対照系として山砂、地御前干潟土壌を入れたシャーレも設置した。シャーレを設置後、水槽をろ過海水で満たし、24時間かけ流した後、フルグロウン期に達した浮遊幼生(約210 μm)を海水中に約100 個体/Lになるように入れて、基盤材に着底させた。海水は毎日交換し、着底実験の終了は、海水中の浮遊幼生の密度が導入時の9割減となった時とした。その後、シャーレを取り出して0.05%ローズベンガル液で染色・固定を行い、各基盤材に着底した幼生を計数した。

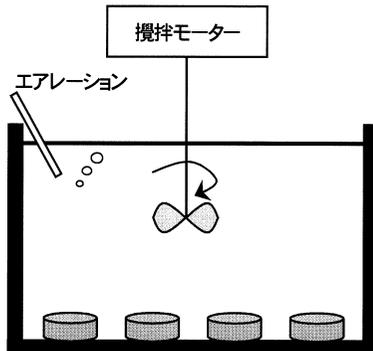


図-1 アサリ浮遊幼生の着底試験概念図

(3) 溶出物の測定

既往の研究により、亜鉛、マンガン、クロムの金属溶出物がアサリの着底に影響を及ぼす可能性が報告されている⁷⁾。これより、粒径や表面形状、金属溶出能の違いが浮遊幼生の着底に影響を与えていると予想されたため、シャーレ直上水を採取し、金属濃度を測定した。

シャーレ直上における金属の濃度は、初日のかけ流し終了後から6時間後、3日目の海水交換から6時間後に、パンライト水槽の底部に設置したシャーレをφ40 mmの塩ビ製パイプで周辺の海水が混合しないように覆い、シャーレ直上10 mmの海水をピペットで8 mL採取した試料をICP-MS(720-ES, Varian社製)で分析した。試料は超純水で20倍に希釈し、硝酸濃度が5%となるように硝酸を加えた。

3. 結果及び考察

(1) 海砂代替材への着底

粒径を0.85 mm~2 mmに調整した脱リンスラグ、脱炭スラグ、フェロマンガンスラグへのそれぞれの着底性を図-2 にて比較する。なお、ここでは各々への着底数を地御前干潟土壌の着底数で除して標準化した。脱炭スラグは地御前干潟土壌と比較して約0.2倍と低い値となっ

たが、脱リンスラグ、フェロマンガンスラグは地御前干潟土壌よりも高い着底数を得た。脱炭スラグでは、実験期間中に固化が起こったため、着底が阻害された可能性がある。そこで、以降は高い着底数を得た脱リンスラグ、フェロマンガンスラグを調査対象とした。脱リンスラグ、フェロマンガンスラグの異なるサイズの粒子における着底数をそれぞれ図-3、図-4 に示す。脱リンスラグでは、着底数のピークは2 mm~4.75 mm となり、地御前干潟土壌と比較すると約25倍の着底数を得た。続いて4.75 mm以上、0.85 mm~2 mm、0.85 mm以下の順になり、特に0.85 mm以下では着底数は0 個体であった。フェロマンガンスラグにおいては、0.85 mm~2 mmが着底数のピークとなり、続いて4.75 mm以上、0.85 mm以下という順になった。なお、山砂と地御前干潟土壌には有意差は認められなかった($p>0.05$)。

(2) 着底に影響した因子

砂を用いた評価では、0.85 mm~2 mmが着底に好適とされた。一方、フェロマンガンスラグでは、砂と同じく0.85 mm~2 mmが着底数のピークとなった。脱リンスラグでは、砂と異なり2 mm~4.75 mmにおいて着底数がピ

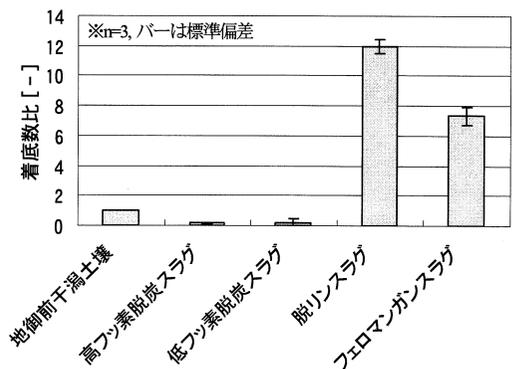


図-2 アサリ浮遊幼生の着底数比

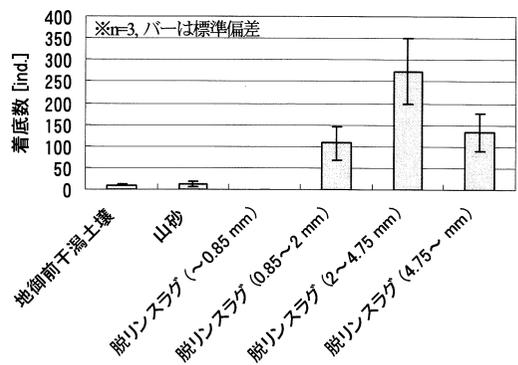


図-3 アサリ浮遊幼生の着底数(脱リンスラグ)

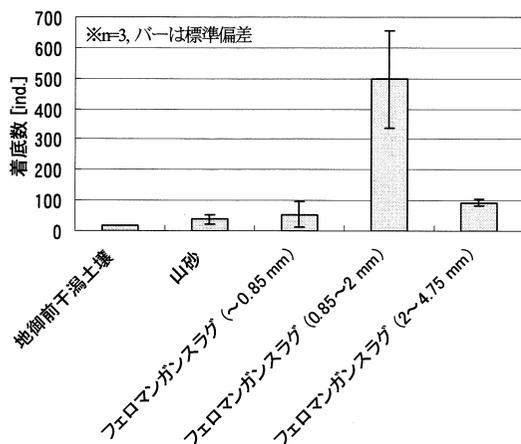


図4 アサリ浮遊幼生の着底数(フェロマンガンスラグ)

ークとなった。この点について考察するため、既往の研究で着底を促進する可能性が認められた亜鉛、マンガン、着底を阻害する可能性が認められたクロムを分析した。

図5は着底実験開始から6時間後、また着底実験期間中における最後の海水交換から6時間後のシャーレ直上水中のマンガン濃度を示している。フェロマンガンスラグの直上水については粒径ごとでの差異は認められなかった。亜鉛も特に粒径ごとの差異はなく、クロムの溶出はほとんど認められなかった(データは示していない)。また、直上水のpHは両スラグとも全粒径で7.8であり海水と同じ値となった。このように、着底促進因子はその粒径とも同じであったことから、フェロマンガンスラグでの粒径ごとの着底性は砂と同様の傾向になったと考えられる。

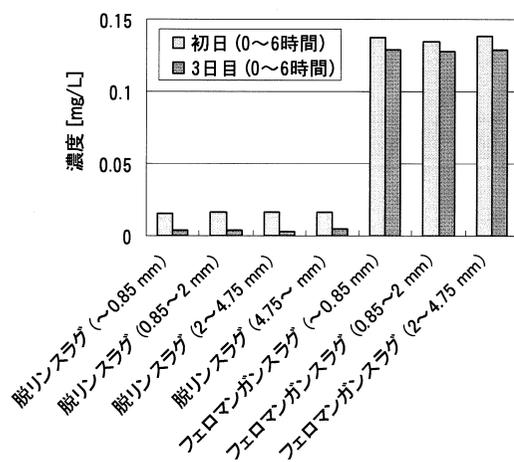


図5 シャーレ直上水中のマンガン濃度

一方、脱リンスラグにおいては、着底性の傾向は砂と

異なり、着底数のピークが0.85 mm~2 mmから2 mm~4.75 mmへシフトした。転炉系製鋼スラグを海域に適用する場合、CaOの溶出に伴い海水中に溶解していた Mg^{2+} が $Mg(OH)_2$ となって析出することが知られており⁸⁾、今回の着底試験では粒径が0.85 mm以下にて特に強い固化が確認された。アサリ稚貝は砂粒の下面に体を隠すように付着することが報告されているが³⁾、粒径が小さい脱リンスラグを使用した場合、シャーレ間隙の海水の移流、拡散が生じにくいいため、固化が生じ、着底を阻害した可能性が考えられる。

4. まとめ

本研究では、製鋼スラグへのアサリ浮遊幼生の着底性を評価すると共に、着底に適したスラグ粒径の把握を試みた。

同一粒径のアサリが多く生息する自然干潟土壌と比較すると、脱炭スラグは着底が阻害されていたが、脱リンスラグ、フェロマンガンスラグは著しく高い着底数を得た。

粒径毎の比較では、脱リンスラグでは粒径2 mm~4.75 mm、フェロマンガンスラグでは粒径0.85 mm~2 mmが着底数のピークとなり、それぞれ約25倍、約28倍もの着底数を得た。

参考文献

- 1) 上田拓・山下輝昌(1997): アサリ漁場の造成事例, 日本水産工学会講演論文集, Vol. 33, pp. 213-219.
- 2) 黒田伸朗(2005): アサリ幼生の干潟への侵入機構, 水産総合研究センター研究報告, 別冊第3号, pp. 67-76.
- 3) 柳橋茂昭(1992): アサリ幼生の着底場選択性と三河湾における分布量, 水産工学, Vol. 29, pp. 55-59.
- 4) 岩男昂(2003): アサリ漁場の環境特性, 大分県海洋水産研究センター, Vol. 4, pp. 57-63.
- 5) 竹山佳奈ら(2005): アサリ幼生の着底時における底質粒径選択性について, 日本水産工学会学術講演会講演論文集, pp. 83-86.
- 6) 小林豊・柿野純(2007): アサリ着底初期稚貝の基質選択性, 日本水産工学会講演論文集, Vol. 89, pp. 231-232.
- 7) 金原想明ら(2008): アサリの成育に適した海砂代替材の検索と着底に及ぼす代替材の特性評価, 海岸工学論文集, Vol. 53, pp. 1281-1285.
- 8) 社団法人日本鉄鋼連盟(2008): 転炉系製鋼スラグ海域利用の手引き, p.48.